

Short Communication

Effets sanitaires de la décomposition des algues sargasses échouées sur les rivages des Antilles françaises

Dabor Resiere ^{a,*}, Hossein Mehdaoui ^a, Rishika Banydeen ^b, Jonathan Florentin ^a, Hatem Kallel ^b, Rémi Nevière ^c, Bruno Mégarbane ^{d,*}

^a *Réanimation polyvalente, CHU de La Martinique, Fort-de-France, Martinique;*

^b *Réanimation polyvalente, CHG Rosemonde André, Cayenne, Guyane;*

^c *Département de la recherche clinique, CHU de La Martinique, Fort-de-France, Martinique;*

^d *Réanimation Médicale et Toxicologique, Fédération de Toxicologie de l'APHP, CHU Lariboisière ; Université de Paris ; INSERM UMRS 1144, Paris, France.*

*Corresponding authors.

Dr. Dabor Résière. Réanimation polyvalente, CHU de La Martinique, Fort-de-France, Martinique.
Dabor.RESIERE@chu-martinique.fr

Professeur Bruno Mégarbane, Réanimation Médicale et Toxicologique, Hôpital Lariboisière, 2 Rue Ambroise Paré, 75010, Paris, France. Bruno.megarbane@lrb.aphp.fr

English title:

Health effects of decomposed Sargassum-seaweed pollution of the French West Indies coasts

Résumé

Depuis le début de l'année 2018, il a été constaté une prolifération croissante et désormais bien documentée d'algues sargasses sur les côtes des îles de la Caraïbe dont la Martinique. L'échouage de ces algues brunes constitue non seulement un désastre environnemental et économique, mais pourrait également résulter en un impact sanitaire pour la population malgré le peu de données biomédicales disponibles. Après 48h d'échouage, en raison de la décomposition de la matière organique, les algues produisent de grandes quantités de gaz toxiques, dont le sulfure d'hydrogène (H_2S) et l'ammoniac (NH_3). La toxicité chez l'homme de l'exposition à de fortes concentrations d' H_2S est bien décrite. La gravité des symptômes, dépendante des circonstances d'exposition, s'accroît proportionnellement avec les concentrations, entraînant des troubles respiratoires, neurologiques et cardiovasculaires potentiellement fatals, notamment en cas de comorbidités. A l'inverse, les conséquences sanitaires d'une exposition chronique ou répétée aux gaz émis par les sargasses en décomposition sont moins bien connues. Ont été décrits un malaise, une irritation conjonctivale et des voies respiratoires supérieures, des troubles digestifs, des céphalées, un syndrome vestibulaire, une perte de mémoire et une modification des capacités d'apprentissage. En l'absence de thérapeutiques spécifiques, la prise en charge est symptomatique. De fait, il faut privilégier les mesures de prévention individuelle. Des données préliminaires collectées sur 12 mois par notre Groupe de travail Sargasses au CHU de La Martinique ont permis de décrire les caractéristiques cliniques de 154 patients exposés lors des épisodes d'échouage des algues en 2018. Les patients se plaignaient surtout de troubles neurologiques non-spécifiques (80 %), digestifs (77 %), respiratoires (69 %), oculaires (64 %), ORL (53 %) et psychologiques (33 %). Nos données soulignent l'importance des actions visant à limiter l'exposition au long terme aux sargasses et aux gaz qu'elles émettent. Il est donc urgent qu'un plan destiné à mieux comprendre les conséquences sanitaires de cette invasion par les sargasses fasse l'objet de discussions régionales et internationales pour stimuler la recherche.

Mots-clés. Sargasses, intoxication, sulfure d'hydrogène, Caraïbes

Summary

Since the beginning of 2018, there has been an increasing and to date well investigated invasion of Sargassum on the coast of Caribbean countries, including Martinique. Assault of these brown algae represents not only an environmental and economic disaster, but also a potential public health issue despite poor available biomedical data. After 48 hours on the seashore, large amounts of toxic gas are produced by organic matter decomposition, including hydrogen sulfide (H₂S) and ammoniac (NH₃). Acute effects on human health after exposure to high concentrations of H₂S are well described with circumstance- and dose-dependent severity, leading to potentially fatal hypoxic pulmonary, neurological and cardiovascular effects. By contrast, health events related to chronic or repeated exposure to Sargassum are still not clearly known. Although less evidenced, chronic or repeated exposure may provoke malaise, conjunctiva and irritation of the upper respiratory tract, gastrointestinal symptoms, headaches, vestibular syndrome, memory loss and modification of learning ability. In the absence of specific therapies, H₂S intoxication management relies on supportive care. Prevention using individual protection is thus mandatory. Preliminary data on the clinical impact of Sargassum seaweed intoxication collected by our Sargassum Workgroup of the University Hospital of Martinique indicates that the magnitude of health effects following chronic exposure to Sargassum may be largely underestimated. One-hundred-and fifty-four patients were exposed in 2018 and mainly complained about non-specific neurological (80 %), gastrointestinal (77 %), respiratory (69 %), ocular (64 %), ENT (53 %) and psychological (33 %) manifestations. Efforts to limit long-term exposure are thus mandatory. It is urgent to address a plan at the regional and international levels aiming at understanding the sanitary consequences of this Sargassum invasion to boost targeted research.

Keywords. Sargassum; intoxication; hydrogen sulfide; Caribbean islands

Introduction

Les départements français d'Amérique, et plus particulièrement la Martinique, sont confrontés depuis 2011 à des vagues successives d'échouage massif d'algues sargasses sur leur littoral, avec une accentuation du phénomène depuis le début de l'année 2018 (Figure 1). Ce phénomène touche également toutes les côtes des pays des Caraïbes, incluant La Barbade, Porto Rico, Saint Martin, Saint Kitts, Haïti, la République Dominicaine et Sainte-Lucie mais également les côtes du Mexique et des Etats-Unis [1-3].

Les espèces d'algues impliquées sont *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*, dans des proportions variables d'ailleurs selon les zones géographiques considérées. Ces échouages ont un caractère temporaire variable et épisodique au cours du temps et selon les lieux. Le pic des échouages des sargasses a eu lieu au cours de l'année 2018 et les modèles de prédiction indiquent que ces échouages sont amenés à se répéter dans les années à venir. Il a ainsi été estimé qu'en juin 2018, les 8850 km de ceinture côtière contaminée par l'échouage des algues contenaient plus de 20 millions de tonnes de sargasses [4]. Malgré les moyens de nettoyage déployés, une partie des algues se décomposent sur les zones d'échouage. La répétition des échouages favorise l'accumulation des algues sur des épaisseurs qui entraînent une dégradation anaérobie. En anaérobiose, les sargasses en décomposition libèrent au moins une dizaine de gaz parmi lesquels deux sont très toxiques : le sulfure d'hydrogène (H_2S) et l'ammoniac (NH_3) [5.6]. L'accumulation et la production de ces gaz sont permanentes avec des exacerbations transitoires. Nos connaissances sur les conséquences d'une exposition chronique à ces composés toxiques sont encore très lacunaires.

Le sulfure d'hydrogène (H_2S)

H_2S est un gaz incolore, irritant pour les muqueuses, possédant une odeur caractéristique d'œufs pourris, responsable de l'odeur nauséabonde qui se dégage des algues [4]. H_2S bloque une enzyme essentielle pour la production d'énergie dans la cellule, la cytochrome oxydase aa_3 , localisée dans la mitochondrie. Il s'ensuit une incapacité des cellules à utiliser l'oxygène nécessaire pour la fabrication d'énergie et donc un métabolisme de type anaérobie avec production d'acide lactique [7]. Ce manque d'énergie cellulaire affecte principalement le cerveau et le cœur [8].

L'intoxication aiguë par H_2S est connue (Tableau I) [8,9]. Dès une concentration atmosphérique de 50-100 parties par million (ppm) dans l'air, apparaissent, une irritation des muqueuses, avec une conjonctivite, une rhinite, un essoufflement, voire un œdème pulmonaire dus aux effets irritants du gaz sur les alvéoles pulmonaires. Il a aussi été rapporté une fatigue intense et des signes cérébraux avec notamment des céphalées, des vomissements, une désorientation et une perte de connaissance brève. À partir de 200-250 ppm, des signes respiratoires plus marqués apparaissent et à partir de 500 ppm, la

symptomatologie devient surtout neurologique, avec perte de conscience prolongée voire coma, accompagnée de troubles respiratoires graves (insuffisance respiratoire, cyanose et œdème pulmonaire), arythmie cardiaque et troubles circulatoires. A l'inverse, il existe très peu de données disponibles sur la toxicité qui résulterait d'une exposition chronique ou répétée ; l'éventuelle toxicité sur les fonctions cognitives est même controversée [10]. Des études observationnelles cliniques prospectives sont donc attendues pour faire avancer les connaissances sur ce sujet. En attendant, soucieux de la santé publique, le Haut conseil de santé publique a défini un seuil d'intervention de 0,2 ppm d'H₂S à 5 mètres des échouages dans les cas d'expositions aiguës, sub-chroniques et chroniques et recommandé dans cette situation, la mise en place d'un plan d'action au niveau départemental, intégrant la collecte rapide et régulière, une aire de stockage et une filière de valorisation [9].

L'ammoniaque (NH₃)

NH₃ est également produit par la décomposition des sargasses [2]. L'exposition aiguë au NH₃ provoque immédiatement une irritation, voire des brûlures oculaires et respiratoires. Une irritation trachéale et bronchique est parfois présente, responsable de toux, d'essoufflement, voire d'un bronchospasme. Une crise d'asthme, parfois intense peut entraîner une détresse respiratoire vitale. Il existe très peu d'études concernant l'exposition humaine chronique au NH₃ : celles-ci semblent néanmoins suggérer une augmentation de l'incidence des troubles respiratoires aigus [11,12]. Par contre, NH₃ n'est pas considéré comme génotoxique, cancérigène ou toxique sur la fertilité et le développement fœtal.

Quelle problématique pour les Antilles françaises ?

Aujourd'hui, il n'existe pas de données épidémiologiques sur les émanations des algues sargasses à l'échelle de la mer des Caraïbes, car, sans compter les difficultés d'origine politique et/ou économique, les états membres de l'Organisation des Etats de la Caraïbe orientale (OECS/OECO) semblent démunis face à l'ampleur de cette situation sanitaire. Certains pays semblent même occulter ce problème pour en limiter l'impact sur l'économie locale, en termes notamment de pertes touristiques.

En Martinique, comme en Guadeloupe, les cellules de veille sanitaire des Agences régionales de santé (ARS) ont recensé des consultations liées aux effets ressentis par la population exposée de façon chronique aux gaz d'émanations des sargasses. Ainsi, lors de l'épisode d'échouage de 2018, ces cellules ont recensé, grâce aux déclarations des médecins du réseau Sentinelles, 8525 consultations liées aux effets perçus par la population résidant et/ou travaillant dans les zones d'échouage des algues sargasse ou leurs environs proches [13]. Les médecins généralistes des communes touchées étaient interrogés

chaque semaine par l'ARS sur différents indicateurs sanitaires et d'exposition concernant la population vivant dans une zone de 500 m le long du rivage bilan. Etaient aussi analysées les données issues du centre 15 (cas graves) et les données de surveillance syndromique (passages aux urgences et hospitalisations (Oscour[®]) et consultations de SOS Médecins - Martinique) Ces données étaient présentées chaque semaine aux préfetures. Les zones les plus impactées en Martinique ont été localisées sur la côte Atlantique de l'île (Le Robert, Le Vauclin et Le François) (Figure 2), regroupant environ 42 % de ces consultations pour les départements et territoires français d'Outre-Mer selon les estimations de l'ARS. De même, en Guadeloupe, plus de 4000 consultations ont été répertoriées par les médecins du réseau Sentinelles.

Afin de mieux décrire les caractéristiques cliniques des effets sanitaires des sargasses en décomposition, nous avons réalisé une étude préliminaire au sein du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de La Martinique. Il s'agissait d'une étude rétrospective, observationnelle, portant sur une période de 12 mois, du 5 janvier 2018 au 24 décembre 2018, incluant tous les patients se présentant en consultation au service des urgences et à l'unité de toxicologie clinique du CHU de La Martinique pour une plainte concernant une intoxication par les gaz émanant des sargasses échouées. Beaucoup de ces patients étaient adressés par des médecins généralistes du réseau sentinelle mis en place par l'Agence Régionale de Santé. Etaient aussi inclus les patients ayant passé un appel régulé par le SAMU-Centre 15 de Fort de France, rapportant avoir été exposés aux gaz émanant des algues sargasses et présentant des signes cliniques en rapport avec cette exposition. Au total, 154 cas ont été rétrospectivement analysés [14]. Les plaintes les plus fréquemment rapportées (subjectives liées à un ressenti ou objectives avec des anomalies à l'examen clinique) étaient des troubles généraux (80 %) avec céphalées, vertiges, malaises avec ou sans perte de connaissance voire convulsions mais avec une prédominance des céphalées chez 69 % des patients. Suivaient les troubles digestifs (77 %) à type de douleurs abdominales et vomissements, les troubles respiratoires (69 %) à type de dyspnée, toux, gêne thoracique et sibilants auscultatoires, les troubles oculaires (64 %) et ORL (53 %), les troubles psychologiques (33 %) consécutifs à l'asthénie, les troubles cutanés (26 %), ainsi que les troubles cardiaques (21 %) à type de palpitations et de tachycardie. Le lactate, dont une augmentation peut se voir au décours d'une intoxication par H₂S n'avait pas été systématiquement mesuré chez les patients. Néanmoins, dans ces cas d'exposition chronique, son augmentation n'était pas attendue sauf complication à l'origine d'une augmentation du lactate par un mécanisme non lié à une toxicité cellulaire directe, comme au décours de convulsions.

Ces données préliminaires nous ont permis d'informer les autorités sur les effets sanitaires d'une exposition chronique ou répétée aux sargasses en décomposition dans les Antilles françaises et plus largement dans les Caraïbes [2,3]. Il n'est cependant pas encore très clair si la majorité des plaintes reçues des riverains et touristes était subjective, liée aux odeurs nauséabondes. Il est en effet probable que les manifestations cliniques plus objectives puissent être plus limitées et surtout présentes chez les

personnes avec comorbidités psychologiques ou physiques. Ceci devrait être déterminé grâce aux données recueillies à plus grande échelle au niveau de la Martinique et de la Guadeloupe. Notre travail observationnel présente, en effet, beaucoup de limites : 1- limites liées au recrutement des patients admis aux urgences ou en unité de toxicologie, alors qu'une partie des plaignants ont dû être laissés sur place et renvoyés par les secours vers leurs médecins traitants ; 2- limites liées à la description clinique avec un mélange inéluctable entre symptômes subjectifs et signes objectifs. Il aurait été effectivement intéressant, notamment pour les cas les plus graves, comme en cas de convulsions, de procéder à une analyse d'imputabilité plus précise, car des diagnostics différentiels sont possibles ; mais l'analyse des circonstances de survenue avait semblé compatible pour les investigateurs en charge, même si très probablement insuffisantes pour être formellement affirmatifs sur l'intoxication en l'absence d'analyse toxicologique clinique et environnementale de qualité. En attendant, le fléau est toujours considéré comme un problème préoccupant de santé publique par le Haut conseil de la santé publique, justifiant des interventions sanitaires actives des autorités administratives et médicales de la région [9], même si, il faut le reconnaître, l'incidence des expositions reste difficile à déterminer, en l'absence de registre national de cas.

Recommandations de prévention et de prise en charge

À ce jour, il n'existe pas de traitement spécifique pour prévenir ou lutter contre la toxicité des gaz émis par les sargasses en décomposition. En cas de symptômes, les patients doivent consulter leur médecin traitant pour recevoir un traitement symptomatique. Le CHU de La Martinique dispose d'une consultation dédiée aux personnes présentant des symptômes liés à la présence des sargasses.

La meilleure recommandation reste donc la prévention. Les personnes doivent s'éloigner des zones affectées et contaminées par les échouages des algues en décomposition. Ceci concerne notamment les personnes les plus vulnérables comme les enfants, les femmes enceintes et les personnes âgées. Quel que soit l'âge, il ne faut en aucun cas séjourner sous le vent des émissions de gaz. Ainsi, Le Haut conseil de santé publique a recommandé de [9] :

- privilégier la collecte des algues en pleine mer, avec un ramassage côtier quotidien en complément, la manutention des algues en décomposition générant des risques et nécessitant donc des mesures de prévention/formation des agents ;
- utiliser, en cas d'obstacles physiques à un ramassage rapide (dans les 48h), des techniques de stabilisation des algues dont l'impact environnemental sera apprécié au cas par cas ;
- poursuivre la mise en place d'un centre de crise pour coordonner 7j/7 les informations sur les échouages et la mobilisation des moyens ;

- développer une procédure de pré-alerte pour rendre plus efficaces l'information et les mesures de prévention, grâce à la surveillance en mer et par image satellite ;
- diffuser les informations auprès des populations selon leur vulnérabilité et les niveaux de toxicité définis pour les présences du H₂S et du NH₃.

Contrairement aux algues vertes, la production d'H₂S par les sargasses est limitée si leur évacuation est opérée de manière précoce, car leur structure mécanique aérée ne favorise pas une dégradation anaérobie productrice de gaz toxique. C'est pourquoi, le Haut conseil de santé publique a recommandé sur les plages concernées par la contamination, pour des concentrations atmosphériques d'H₂S [9] : entre 0,2 et 1 ppm, de mettre en place du chantier d'enlèvement des algues et information du public ; entre 1 et 5 ppm, d'informer le public et notamment de déconseiller l'accès aux personnes sensibles et fragiles et de procéder à l'enlèvement immédiat des algues ; et > 5 ppm, de réserver l'accès aux professionnels équipés de moyens de mesure individuels avec alarmes et mesure d'H₂S au niveau des habitations riveraines.

Néanmoins, même si la population à risque d'exposition par les sargasses n'est pas toujours bien caractérisée, quelques signaux semblent rassurants. Il a ainsi été noté en Martinique et en Guadeloupe, depuis la mise en place de ces mesures de prévention, une diminution du nombre de consultations SOS pour les regroupements syndromiques sélectionnés sous la dénomination de « malaise » ou « allergie », en lien avec une exposition aux sargasses. Evidemment, il n'est pas exclu que ces variations de consultation soient aussi en rapport avec les variations du rythme d'échouage des algues sur les côtes. Mais la population vivant auprès des zones impactées est désormais informée des concentrations de gaz toxiques dans l'air, des signes cliniques et de la conduite à tenir en fonction de chaque situation. Les zones sinistrées sont balisées, comme le recommande le haut conseil de santé publique pour prévenir et informer la population et leur éviter de se promener dans les zones à risque. Par contre, il n'y a pas assez de capteurs capables de mesurer les concentrations atmosphériques d'H₂S et NH₃ et ceux-ci ne sont pas toujours bien placés. Les pouvoirs publics, locaux, territoriaux et régionaux soulignent qu'il n'y a pas d'études prouvant l'existence de risques ou de complications médicales suite à l'exposition prolongée à ces émanations, justifiant de renforcer les investissements dans ce domaine. Cette lacune explique pourquoi, il est désormais indispensable de réaliser de telles études.

Perspectives

Les populations antillaises et d'Amérique latine sont confrontées à une situation de pollution environnementale majeure liée à l'occupation des plages par des échouages de sargasses et au risque d'émanations gazeuses, qui comprennent le H₂S, un gaz toxique dont les propriétés physicochimiques et la dangerosité ont été établies depuis plus de 50 ans lors d'expositions aiguës. Il est actuellement difficile de prédire les risques sanitaires à moyen et long termes chez des personnes exposées de façon

chronique ou répétée aux émanations des sargasses à doses faibles. Les connaissances acquises, tout comme celles qui interviendront à l'avenir, devraient contribuer à une meilleure appréciation des dangers liés à ces polluants. Il apparaît nécessaire d'envisager la réalisation d'études prospectives permettant d'investiguer les risques et plus spécifiquement, ceux pouvant résulter de l'association de H₂S et NH₃, présents dans les gaz d'émanation des sargasses et d'évaluer l'incidence des effets sanitaires potentiels.

Conclusions

Il est possible que les effets sur la santé résultant d'une exposition chronique ou répétée aux gaz émanant des algues sargasses puissent avoir des conséquences sanitaires non négligeables. Dès lors, les efforts visant à limiter l'exposition deviennent indispensables en application du principe de précaution. Malgré les premiers efforts louables déployés sur les territoires français, un plan plus large visant à faire progresser les connaissances quant à cette invasion de sargasses et à ses conséquences sanitaires devrait faire l'objet de discussions urgentes à l'échelle régionale et internationale, afin de stimuler une recherche de grande ampleur.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Disclosure of interest

The authors declare that they have no competing interest.

Références

- [1] Langin K. Seaweed masse assault Caribbean islands. *Science* 2018;360:1157-1158.
- [2] Résière D, Valentino R, Nevière R, et al. Sargassum seaweed on Caribbean islands: an international public health concern. *Lancet* 2019;392:2691.
- [3] Résière D, Mehdaoui H, Nevière R, et al. Sargassum invasion in the Caribbean: the role of medical and scientific cooperation. *Rev Panam Salud Publica* 2019;43:e52.
- [4] Wang M, Hu C, Barnes BB, et al. The great Atlantic Sargassum belt. *Science* 2019 ;365:83-7.
- [5] Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail (ANSES). Guidelines mars 2017: expositions aux émanations d'algues sargasses en décomposition aux Antilles et en Guyane ; 2017. [Document consulté sur le site :

<https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2015SA0225Ra.pdf> le 21 avril 2021].

- [6] Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail (ANSES). Risques liés aux émissions gazeuses des algues vertes ; 2011. [Document consulté sur le site : <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2010sa0175.pdf> le 21 avril 2021].
- [7] Reiffenstein RJ, Hulbert WC, Roth SH. Toxicology of hydrogen sulfide. *Annu Rev Pharmacol Toxicol* 1992;32:109–34.
- [8] Querellou E, Jaffrelot M, Savary D, et al. [Fatal outcome of a hydrogen sulfide poisoning]. *Ann Fr Anesth Reanim* 2005;24:1302-4
- [9] Haut conseil de la santé publique. Seuils d'intervention et mesures de gestion pour prévenir les effets sur la santé des populations exposées à l'hydrogène sulfuré provenant d'algues brunes échouées sur les côtes de La Martinique et de La Guadeloupe ; 2018. [Document consulté sur le site : <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=270> le 21 avril 2021].
- [10] Reed BR, Crane J, N Garrett, et al. Chronic ambient hydrogen sulfide exposure and cognitive function. *Neurotoxicol Teratol* 2014;42:68-76.
- [11] Blanes-Vidal V, Bælum J, Nadimi ES, et al. Chronic exposure to odorous chemicals in residential areas and effects on human psychosocial health: dose-response relationships. *Sci Total Environ* 2014;490:545-54.
- [12] Natesan V, Mani R, Arumugam R. Clinical aspects of urea cycle dysfunction and altered brain energy metabolism on modulation of glutamate receptors and transporters in acute and chronic hyperammonemia. *Biomed Pharmacother* 2016;81:192-202.
- [13] Santé publique France, Regional unit (Cire) Antilles Guyane, France. Bilan de surveillance sanitaire réseau sargasses – ANTILLES Semaine 2018-34 (du 20 au 26 août 2018) ; 2018. [Document consulté sur le site : <https://www.rencontresantepubliquefrance.fr/wp-content/uploads/2018/06/BELCHIOR.pdf> le 21 avril 2021].
- [14] Resiere D, Mehdaoui H, Florentin J, et al. Sargassum seaweed health menace in the Caribbean: clinical characteristics of a population exposed to hydrogen sulfide during the 2018 massive stranding. *Clin Toxicol (Phila)* 2020;59:215-23.

Tableau I - Seuil de toxicité de l'hydrogène sulfuré (H₂S) et l'ammoniaque (NH₃) selon le Haut conseil de santé publique.

Valeurs <0,07 ppm pour H ₂ S et < 8,3 ppm pour NH ₃ : niveau normal
Valeurs entre 0,07 et 1ppm pour H ₂ S et < 8,3 ppm pour NH ₃ : seuil d'information
Valeurs entre 1 et 5 ppm pour H ₂ S et < 8,3 ppm pour NH ₃ : seuil de recommandation
Valeurs > 5ppm pour H ₂ S ou > 8,3 ppm pour NH ₃ : dépassement des seuils

Figure 1- Echouage des algues sargasses au Diamant, Martinique, 2018 (photos personnelles)



Figure 2 - Répartition des échouages d'algues Sargasses sur les côtes de la Martinique selon le réseau Sentinelles (Santé publique France Antilles, Fort-de-France et Gourbeyre et Agence Régionale de Santé Martinique, Fort-de-France)

